



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020053223 A
 (43)Date of publication of application: 05.07.2002

(21)Application number: 1020000082600
 (22)Date of filing: 27.12.2000

(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.

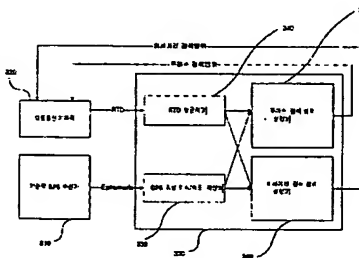
(72)Inventor: KIM, BYEONG SU

(51)Int. Cl H04Q 7/38

(54) APPARATUS AND METHOD FOR DETERMINING SEARCH RANGES TO MEASURE LOCATION OF TERMINAL IN MOBILE SYSTEM

(57) Abstract:

PURPOSE: An apparatus and method for determining search ranges to measure the location of a terminal in a mobile system is provided to determine a pseudorange search range and a frequency search range for the GPS satellite of a mobile terminal using the pseudorange and Doppler frequency of the GPS satellite measured at a specific location and the distance information between the specific location and the mobile terminal.



CONSTITUTION: A PDE(Position Determination Entity)(300) communicates with a reference GPS receiver (310) and a mobile base station(320). The reference GPS receiver(310) extracts ephemeris information from a satellite signal output from a GPS satellite and provides it to the PDE(300). The mobile base station (320) measures the RTD of a mobile terminal that requested GPS signal acquisition information, and then provides the measured RTD to the PDE(300). The PDE(300) processes the data supplied from the reference GPS receiver(310) and the mobile base station(320), settles a pseudorange search range and a frequency search range, and provides the values to the mobile base station(320).

© KIPO 2003

Legal Status

Best Available Copy

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁷
H04Q 7/38

(11) 공개번호 특2002-0053223
(43) 공개일자 2002년07월05일

(21) 출원번호	10-2000-0082600
(22) 출원일자	2000년12월27일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 윤중용 경기 수원시 팔달구 매탄3동 416
(72) 발명자	김병수
(74) 대리인	경기도성남시분당구정자동198정든마을609-1102 이건주

심사청구 : 없음

(54) 이동통신 시스템에서 단말기의 위치를 측정하기 위한검색범위 결정장치 및 방법

요약

서비스 지역내의 임의의 특정 단말기와 라운드트립지연 정보를 계산하여 출력하며 위치 좌표가 기지국 지점에 설치된 기지국과, 기준국 GPS 수신기를 구비하여 GPS 위성 궤도 정보를 수집하고, 라운드트립 지연 정보와 GPS 위성 궤도 정보와 기지국의 위치 좌표를 이용하여 특정 단말기에 대한 의사거리 및 주파수 검색 범위 정보를 설정하여 기지국에 출력하는 위치 결정 서버와, GPS 위성 신호와 의사거리 및 주파수 검색범위 정보를 수신하여 위치 정보를 측정하는 단말기로 구성되는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서, 위치 결정 서버는, 위성궤도정보로부터 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터를 계산하는 위치/속도 계산기와, GPS 위성의 위치좌표와 기지국의 위치 좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 GPS 위성의 의사거리를 구하고, 기지국과 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 추정된 베이스라인 거리에 따라 의사거리 검색범위를 설정하며, 이를 기지국에 출력하는 의사거리 검색범위 설정기와, GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터와 기지국 위치좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 GPS 위성의 도플러 주파수를 구하고, 기지국과 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 추정된 베이스라인 거리에 따라 주파수 검색범위를 설정하며, 이를 이동통신 기지국에 출력하는 주파수 검색범위 설정기로 구성된다.

도표도

도3

색인어

GPS, 무선 측위, 네트워크 지원형 GPS, 위치 결정 서버, 주파수 검색범위, 의사거리 검색범위,

발명서

도면의 간단한 설명

도 1a 및 도 1b는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템의 구성 및 동작을 설명하기 위한 도면

도 2는 GPS 수신기의 주파수 및 의사거리 검색 영역을 설명하기 위한 도면

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 이동통신 시스템에서 단말기의 위치를 측정하기 위한 검색범위를 결정하는 장치의 구성을 도시하는 도면

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 이동통신 시스템에서 단말기의 위치를 측정하기 위한 검색 범위를 결정하는 과정을 도시하는 흐름도

발명의 상세한 설명

발명의 목적

본명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동통신 시스템에서 단말기의 위치 측정 장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 이동통신 단말기와 기지국 간의 지리적 상관 관계를 이용하여 단말기의 위치를 측정하기 위한 검색범위를 정교하게 결정할 수 있는 장치 및 방법에 관한 것이다.

일반적으로 GPS(Global Positioning System) 위성을 이용하여 위치를 측정하는 기술은 매우 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 특히 차량 및 선박 항법 장치에 폭 넓게 이용되고 있다. 이런 시스템의 GPS 수신기는 복수의 GPS 위성 신호들을 수신하여 위성과의 의사거리(Pseudorange)를 추출하고, 이의 사거리와 위성의 위치 좌표를 이용하여 최종적으로 수신기의 현재 위치를 계산하는 장치이다. 종래의 GPS 수신기는 외부 장치와의 정보 교환없이 독자적으로 위치를 계산하는 방식을 사용하며, 이를 독립형 GPS(Stand-alone GPS) 방식이라 한다. 현재까지 개발된 대부분의 GPS 수신기는 상기 독립형 GPS 방식을 채용하고 있다.

근래에는 이동통신 단말기에 GPS 수신기를 내장하는 방법이 연구되고 있으며, 여기서는 전력 소모량이 중요한 문제이다. 즉, 이동통신 단말기에 장착된 배터리는 공급 가능한 전력량이 제한되므로 장치내 GPS 수신기를 사용하면 그 만큼 통화 가능 시간이 감소하게 된다. 따라서, 이동통신 단말기에 내장된 GPS 수신기는 위치 측정이 필요한 경우에만 동작되는 구조로 설계되는 것이 일반적이다. 그러나, 이 경우에는 위치 측정 시 많은 시간(1분 이상)이 소요되어 사용자의 요청에 따라 즉시 현재 위치 정보를 제공하지 못하는 단점이 있다.

상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서 고안된 기술이 네트워크 지원형 GPS(Network-Assisted GPS) 방식이다. 이 네트워크 지원형 GPS 방식은, 고정된 위치에 GPS 수신기를 설치(이하 기준국 GPS 수신기라 칭함)하여 위성 신호를 항상 수신하며, 이동통신 단말기에서 위치 측정이 필요한 경우 무선 통신 방식으로 해당 단말기에 기준국 GPS 수신기에서 수집된 특정 정보를 송신하고, 해당 단말기는 상기 특정 정보를 이용하여 빠른 시간 내에(10초 이내)에 위치를 계산하도록 하는 기술이다. 상기 네트워크 지원형 GPS 방식에서 단말기에 제공되는 특정 정보는 하기와 같은 3가지 정보들이 될 수 있다.

- 1) 관측 가능한 GPS 위성 번호
- 2) 각 GPS 위성의 Doppler 주파수와 주파수 검색 범위
- 3) 각 GPS 위성의 의사거리와 의사거리 검색 범위

이하 상기와 같은 정보들을 GPS 신호 획득 정보라 칭한다. 상기 GPS 신호 획득 정보는 기준국 GPS 수신기의 출력력을 처리하여 구할 수 있으며, 이동 통신 시스템의 망에서 이러한 역할을 하는 장비를 위치 결정 서버(Position Determination Entity: PDE)라고 한다.

상기 네트워크 지원형 GPS 시스템은 GPS 수신기가 내장된 이동통신 단말기와 위치 결정 서버로 구성되며, 상기와 같은 GPS 시스템의 구성은 도 1a에 도시되어 있다. 그리고 도 1b는 상기 도 1a와 같은 시스템의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

상기 도 1a를 참조하면, 이동통신 단말기(100)는 이동통신 기지국(110)과 무선 통신이 가능하며, GPS 수신기를 내장하고 있어 위치 측정이 가능하다. 위치 결정 서버(120)는 이동통신 기지국(110)과 통신이 가능하며 기준국 GPS 수신기(130)를 장착하고 있다. 상기 도 1a에서는 이동 통신 기지국(110)에 위치 결정 서버(120)가 연결된 것으로 도시되어 있지만, 교환국(Mobile Switching Center)에 연결될 수도 있다. 또한 상기 이동통신 기지국(110)은 기지국 송수신장치(Base Station Transceiver Subsystem: 이하 BTS라 칭함)와 기지국 제어기(Base Station Controller: 이하 BSC라 칭함)로 구성되는 데, 상기 도 1a에서는 상기 위치 결정 서버(120)가 상기 기지국(110)내의 BSC에 연결되는 것으로 가정한다.

상기 도 1a 및 도 1b를 참조하여 네트워크 지원형 GPS 시스템의 동작을 살펴보면, 사용자가 자신의 위치를 측정하기 위해 단말기(100)의 키를 조작하면, 상기 단말기(100)는 151단계에서 이를 인지하고, 153단계에서 이동통신 기지국(110)에 GPS 신호 획득 정보를 요청한다. 그리고 해당하는 상기 이동통신 기지국(110)은 153단계에서 위치 결정 서버(120)에 특정 단말기로부터 GPS 신호 획득 정보가 요청되었음을 통보한다. 그러면 상기 위치 결정 서버(120)는 155단계에서 이를 감지하고, 157단계에서 상기 기준국 GPS 수신기(130)에서 출력되는 GPS 위성 궤도 정보를 수신한다. 이후 상기 위치 결정 서버(120)는 159단계에서 상기 GPS 위성 궤도 정보로부터 이 단말기에 대한 GPS 신호 획득 정보를 계산하며, 161단계에서 상기 계산된 결과를 이동통신 기지국(110)에 송신한다. 그리고 이동통신 기지국(110)은 163단계에서 상기 수신된 정보를 단말기(100)에 송신한다. 상기 GPS 신호 획득정보를 수신하는 이동통신 단말기(100)는 165단계에서 상기 수신된 정보를 이용하여 빠른 시간 내에 위치를 계산한 후, 167단계에서 그 결과를 이동통신 기지국(110)에 송신한다. 여기서, 이동통신 단말기(100)에 내장된 GPS 수신기에서 사용되는 위치 인식 알고리즘은 미국 특허 제 5,781,156호 (N. F. Krasner, 'GPS Receiver and Method For Processing GPS Signals,' U.S. Patent No 5781156, 1997.)에 개시되어 있다.

상기 네트워크 지원형 GPS 시스템은 이동통신 단말기의 위치 측정에 가장 효율적인 방법으로 평가되어 이미 표준화가 완료(Telecommunications Industry Association, 'Position Determination Service Standard for Dual-Mode Spread Spectrum Systems,' TIA/EIA/Interim Standard 801(1S-801), Lake Louise, Alberta, Canada, Oct. 1999. Telecommunications Industry Association, 'Enhanced Wireless PN-3890 911 Phase 2,' To be published as J-STO-xxx, Feb. 2000.)되었고, 국내외의 대부분의 이동통신 사업자들이 채용을 고려하고 있다.

상기한 바와 같이 위치 결정 서버(120)에서 제공하는 GPS 신호 획득 정보는 1) 기준국 GPS 수신기에서 관측 가능한 GPS 위성 번호, 2) 기준국 GPS 수신기 측정한 각 GPS 위성의 도플러 주파수(이하 DOPP)와 주파수 검색 범위(이하 DOPP_WIN), 3) 기준국 GPS 수신기에서 측정한 각 GPS 위성의 의사거리(이하 CODE_PH)와 의사거리 검색 범위(이하 CODE_PH_WIN) 등이다. 이동통신 단말기에 내장된 GPS 수신기는 상기와 같은 GPS 신호 획득 정보를 이용하여 도 2와 같은 2차원 검색 과정을 통해 단말기에서 실제로 관측되는 도플러

주파수(이하 DOPP_MS)와 의사거리(이하 CODE_PH_MS)를 결정하고, 이 값을 이용하여 최종적인 위치를 계산한다.

상기 도 2를 참조하면, 상기 도 2에서 가로축은 의사거리 검색 영역을 나타내며, C_WIN1이 전체 의사거리 검색 영역이다. 또한 상기 도 2에서 세로축은 주파수 검색 영역을 나타내며, D_WIN1이 전체 주파수 검색 영역이다. 즉, GPS 신호 획득 정보를 수신하지 못하는 독립형 GPS 방식에서는 C_WIN1과 D_WIN1을 양변으로 하는 직사각형 내부 전체 영역이 검색 범위가 된다. 한편 GPS 신호 획득 정보를 이용하는 네트워크 지원형 GPS 방식에서는 주파수 검색 영역이 D_WIN2가 되고, 의사거리 검색 영역이 C_WIN2가 된다. 여기서, D_WIN2와 C_WIN2는 다음의 구간을 나타낸다.

$$D_WIN2 = [DOPP - DOPP_WIN/2, DOPP + DOPP_WIN/2]$$

$$C_WIN2 = [CODE_PH - CODE_PH_WIN/2, CODE_PH + CODE_PH_WIN/2]$$

따라서 이 때는 C_WIN2와 D_WIN2를 양변으로 하는 직사각형 내부 영역이 검색 범위가 된다. 따라서 상기 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 경우에 있어서 검색 범위가 현저하게 감소하므로 결국 단말기의 위치 계산에 소요되는 시간이 대폭 단축되는 효과가 있다.

이상 설명한 바와 같이 위치 결정 서버에서 제공하는 주파수 및 의사거리 검색 범위가 작으면 작을수록 단말기에 내장된 GPS 수신기의 검색 영역이 줄어들게 되고, 결국 위치 측정에 필요한 시간이 단축되는 효과가 있다. 그러나 상기 검색 범위가 지나치게 작으면, 상기 C_WIN2와 D_WIN2를 양변으로 하는 직사각형 영역 내에 DOPP_MS와 CODE_PH_MS가 포함되지 못하는 경우가 발생할 수도 있으며, 이런 경우에는 GPS 신호의 획득이 불가능하게 하게 된다. 따라서 이동통신 단말기의 도플러 주파수(DOPP_MS)와 의사거리(CODE_PH_MS) 참값을 포함하는 최소한의 검색 범위를 설정하는 것이 중요한 문제이다. 즉 하기의 <수학식 1> 및 <수학식 2>를 만족하는 가능한 작은 DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN을 구하는 것이 네트워크 지원형 GPS 기술의 핵심 사항 중 하나라고 할 수 있다.

$$|DOPP - DOPP_{MS}| < DOPP_WIN$$

$$|CODE_{PH} - CODE_{PH_MS}| < CODE_PH_WIN$$

상기 <수학식 1>에서 DOPP와 DOPP_MS의 차는 DOPP를 측정한 장비와 단말 기간의 지리적 거리(이하 Baseline 거리라 함)가 멀어지면 증가하는 경향이 있다. 또한 상기 <수학식 2>에서 CODE_PH와 CODE_PH_MS의 차도 Baseline 거리에 비례한다. 따라서, 단말기에 인접한 위치에서 DOPP와 CODE_PH를 측정하게 되면, DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN이 작아지므로 상기 도 2의 C_WIN2와 D_WIN2가 줄어들게 된다. 또한, 이 Baseline 거리를 안다면 DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN을 보다 정교하게 설정할 수 있다. 예를 들어 상기 Baseline이 10km인 경우와 Baseline이 1km인 경우는 후자의 경우가 |DOPP - DOPP_MS|가 월등히 작으므로, 이를 반영하여 검색범위를 상대적으로 작게 하면 된다. 마찬가지로 상기 Baseline 거리를 안다면 이를 반영하여 CODE_PH_WIN을 보다 정교하게 설정할 수 있다. 요약하면, 단말기에 인접한 위치에 도플러 주파수와 의사거리를 측정하는 장비(예: GPS 수신기)를 설치하고, 단말기와 이 장비와의 거리를 반영하여 검색범위를 설정하면 효과적이라 할 수 있다.

그러나 상기 네트워크 지원형 GPS 방식의 종래기술에서는 사용되는 DOPP와 CODE_PH는 상기 기준국 GPS 수신기에서 측정되는 값을 사용하며, 기준국 GPS 수신기의 서비스 영역 내에 있는 모든 이동통신 단말기에 대해서 동일한 DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN을 제공하는 방법을 사용하였다. 이런 종래의 기술은 두 가지 측면에서 검색범위 설정 방법으로는 바람직하지 못한 것이다. 첫째, 기준국 GPS 수신기는 PDE에 장착되므로 BSC 또는 교환국 인근에 위치하게 된다. 이런 경우 Baseline 거리는 일반적으로 10km~100km에 이르며, 특히 BSC와 교환국이 서비스 영역 내에 균일하게 분포되어 있지 않는 경우는 그 거리가 수백km에 이를 수도 있다. 따라서 주파수와 의사거리 검색 영역이 과다하게 증가할 수 있다. 둘째 상기 위치 결정 서버(120)의 관할 영역 내의 모든 이동통신 단말기에 대해서 동일한 DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN을 제공하게 되므로 각 단말기별로 정교한 검색범위를 설정할 수 없으며, 또한 이런 방법은 위치 결정 서버 관할 영역 내의 가장 원거리에 위치한 단말기에 적합한 검색범위를 다른 모든 단말기에 제공하게 된다. 이렇게 하면 위치 결정 서버에 인접한 단말기에 대해서는 지나치게 과다한 검색범위를 제공하게 되는 단점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 기준국 GPS 수신기를 이동통신 서비스 영역 내에 균일하게 배치한 후 네트워크를 통해 위치 결정 서버와 통신하는 방법이 고안되기도 하였다. 그러나, 이런 방법은 기준국 GPS 수신기의 설치와 네트워크 구성에 상당한 비용이 추가되는 단점이 있다.

본명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 본 발명의 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 특정 위치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 상기 특정 위치와 이동통신 단말기간의 거리 정보를 이용하여 이동통신 단말기의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 특정 위치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 상기 특정 위치와 이동통신 단말기간의 거리 정보를 이용하여 이동

통신 단말기의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 때 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수를 GPS 위성 궤도 정보를 이용하여 계산할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 기지국 송신장치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 이동통신 시스템의 라운드 트립 지연 정보를 이용하여 이동통신 단말기의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 기지국 송신장치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 이동통신 시스템의 라운드 트립 지연 정보를 이용하여 이동통신 단말기의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 때 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수를 GPS 위성 궤도 정보를 이용하여 계산할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 이동통신 단말기의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 때 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정하기 위해 이동통신 단말기의 존재 가능 영역에 대한 최적화를 수행할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 특정 위치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 상기 특정 위치와 사용자간의 거리 정보를 이용하여 사용자 위치에서의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 특정 위치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 상기 특정 위치와 사용자간의 거리 정보를 이용하여 사용자 위치에서의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 때 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수를 GPS 위성 궤도 정보를 이용하여 계산할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 네트워크 지원형 GPS 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 특정 위치에서 관측한 GPS 위성의 의사거리와 도플러 주파수 및 상기 특정 위치와 사용자간의 거리 정보를 이용하여 사용자 위치에서의 GPS 위성에 대한 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정할 의사거리 검색 범위와 주파수 검색 범위를 결정하기 위해 사용자의 존재 가능 영역에 대한 최적화를 수행할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

이하 본 발명의 바람직한 실시예들의 상세한 설명이 첨부된 도면들을 참조하여 설명될 것이다.

하기 설명에서 베이스라인 거리, DOPP와 DOPP_MS 간의 차이 최대값, 검색범위의 감소량 등에 대한 특정 상세들이 본 발명의 보다 전반적인 이해를 제공하기 위해 나타나 있다. 이들 특정 상세를 없이 또한 이들의 변형에 의해서도 본 발명이 용이하게 실시될 수 있다는 것은 이 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에게 자명할 것이다.

또한 본 발명의 실시예에서 사용되는 약어들을 정의하면 하기 <표 1>과 같다.

[표 1]

용어	기능
DOPP	기준국 GPS 수신기가 관측한 각 GPS 위성의 도플러 주파수
DOPP_WIN	도플러 주파수 검색 범위
CODE_PH	기지국 GPS 수신기가 관측한 각 GPS 위성의 의사거리
CODE_PH_WIN	의사거리 검색 범위
DOPP_MS	단말기에서 실제로 관측되는 도플러 주파수
CODE_PH_MS	단말기에서 실제로 관측되는 의사거리
C_WIN1	전체 의사거리 검색 영역
D_WIN1	전체 도플러 주파수 검색 영역
C_WIN2	GPS신호 획득정보를 이용하는 경우의 의사거리 검색 영역
D_WIN2	GPS신호 획득정보를 이용하는 경우의 도플러 주파수 검색 영역
baseline	DOPP를 측정한 장치와 단말기 간의 지리적 거리
DOPP_DIFF_MAX	DOPP와 DOPP_MS 차이 최대치
CODE_PH_DIFF_MAX	CODE_PH와 CODE_PH_MS의 최대치

본 발명의 실시예는 네트워크 지원형 GPS 시스템에 필요한 위치 결정 서버(PDE, Position Determination Entity)의 검색범위 설정 방법에 관한 것으로, 이동통신 단말기와 이동통신 기지국의 지리적 상관 관계를 이용하여 정교한 검색범위를 계산한다. 따라서 본 발명의 실시예에서는 먼저 이동통신 단말기에 인접한 위치에서 도플러 주파수와 의사거리를 측정 또는 계산하며, 두 번째로 baseline 거리 정보를 이용하여 특정 단말기에 적합한 검색범위를 설정한다. 따라서 본 발명의 실시예에 따르면, 별도의 장비를 추가하지

않고 기존의 이동통신 망의 인프라를 이용하여 상기 두 가지 해결책을 구현할 수 있다.

먼저, 상기 첫 번째 해결책의 구현 방법을 살펴본다.

상기 위치 좌표를 정확하게 안다면 GPS 위성의 위성 궤도 정보(Ephemeris)를 이용하여 도플러 주파수와 의사거리를 계산할 수 있다. 이에 대한 구체적인 계산 방법은 후술한다. 이동통신망에서 BTS의 위치 좌표는 정확하게 알고 있는 값이며, 상기 위성 궤도 정보(Ephemeris)는 기준국 GPS 수신기의 출력이다. 따라서 상기 위치 결정 서버는 특정 BTS에서 관측되는 도플러 주파수와 의사거리를 쉽게 계산할 수 있다. 또한 상기 BTS와 이동통신 단말기 간의 거리는 대부분의 경우 수km 이내이며, 가장 긴 경우가 20km 이내인 것으로 알려져 있다. 따라서 상기 BTS에서 관측되는 상기 DOPP와 CODE_PH는 이동통신 단말기의 실제 DOPP_MS와 CODE_PH_MS와 유사한 값이 된다. 이와 같은 이유로 종래 기술에 비해 검색범위를 대폭 감소시킬 수 있다. 일례로서, Baseline 거리에 따른 DOPP와 DOPP_MS의 차를 하기 <표 2>에 나타낸다.

[표 2]

Baseline 거리	DOPP - DOPP_MS 최대값	Baseline 거리 200km 대비 검색범위
200km	200Hz	-
100km	100Hz	50%
50km	50Hz	25%
10km	10Hz	5%

상기 <표 2>에 나타난 바와 같이, 상기 Baseline의 거리가 200km에서 10km로 줄어들면 주파수 검색범위는 5%로 감소하게 된다. 따라서 상기 이동통신 단말기의 위치 측정에 소요되는 시간도 상기 주파수 검색범위의 변화에 비례하여 감소하게 된다.

상기 Baseline 거리에 대한 |CODE_PH - CODE_PH_MS|도 상기 |DOPP - DOPP_MS|와 유사한 경향이 있으며, 일례를 들면 하기 <표 3>과 같이 나타낼 수 있다.

[표 3]

Baseline 거리	CODE_PH - CODE_PH_MS 최대값	Baseline 거리 200km 대비 검색범위
200km	683Chip	-
100km	342Chip	50%
50km	170Chip	25%
10km	34Chip	5%

상기 <표 3>에서 Chip은 GPS PRN Code(Pseudo Random Noise code: PN code)의 1 칩 구간(Chip Duration)을 나타내며, 약 293m에 해당된다. 상기 <표 3>에 나타난 바와 같이 Baseline의 거리가 200km에서 10km로 줄어들면 의사거리 검색 범위가 5%로 감소하게 된다. 따라서, 이동통신 단말의 위치 측정에 소요되는 시간도 상기 의사거리 검색범위의 변화에 비례하여 감소하게 된다.

두 번째 해결책의 구현방법을 살펴본다.

상기 이동통신 단말기의 위치에 따라 도플러 주파수와 의사거리가 달라지므로, 상기 주파수 검색 범위와 의사거리 검색 범위도 단말기에 따라 다른 값으로 설정되는 것이 바람직하다. 상기 주파수 검색 범위는 DOPP와 이동통신 단말에서 실제로 관측되는 도플러 주파수(DOPP_MS) 간의 차로 결정하면 된다. 그러나 상기 DOPP_MS는 미지의 값이므로, 상기 DOPP와 DOPP_MS 간의 차의 최대치(DOPP_DIFF_MAX)를 추정하고, 이 추정 값을 주파수 검색범위로 설정하면 된다. 그리고 상기 DOPP와 DOPP_MS 간의 차의 최대값(DOPP_DIFF_MAX)은 Baseline 거리와 GPS 위성의 속도, 위치를 이용하여 구할 수 있다. 만약 상기 DOPP가 BTS에서 관측된 것이라면, 상기 Baseline 거리는 BTS와 이동통신 단말기 간의 거리가 된다. 현재의 이동통신 망에서 이 값의 두배에 해당되는 물리량을 측정하고 있으며, 이것을 라운드 트립 지연(Round Trip Delay: 이하 RTD라 칭한다)라 한다. 이동통신 시스템에서 각 채널들은 고유의 RTD를 갖는다. 이때 각 채널들의 신호는 절대기준시간에서 일정 이력된 시간 위치를 갖는 시간에 수신되는 신호이며, 여기서 상기 절대기준시간은 GPS 위성으로부터 수신되는 신호이다. 따라서 각 채널들의 기지국 도착시간 RTD는 상기 GPS신호로부터 일정 시간 지연된 값을 가지고 수신되어야 하는 신호이다. 따라서 이동통신 시스템의 각 채널들 간의 신호는 일정한 지연시간 값을 가지게 된다. 상기과 같은 RTD는 BTS에서 측정되며 BSC에서 특정한 용도로 사용된다. 예를들면 상기 RTD는 이동통신 시스템의 순방향 및 역방향 링크의 각 채널들의 송신 시간을 정렬하기 위해 사용된다.

또한, GPS 위성의 속도와 위치는 위성 궤도 정보(Ephemeris)를 이용하여 유도되므로 위치 결정 서버에서 구할 수 있다. 따라서 상기 이동통신 시스템의 기지국에 연결되는 상기 위치 결정 서버에 RTD를 송신하는 기능만 추가하면, 상기 DOPP_DIFF_MAX를 계산할 수 있다. 이에 대한 자세한 계산 방법은 후술한다. 마찬가지로 방법으로 의사 거리 검색 범위도 CODE_PH와 이동통신 단말기에서 실제로 관측되는 의사 거리(CODE_PH_MS)의 차로 결정하면 된다. 그러나 상기 CODE_PH_MS는 미지의 값이므로, CODE_PH와 CODE_PH_MS

의 차의 최대치(CODE_PH_DIFF_MAX)를 추정하며 이를 의사 거리 검색범위로 설정하면 된다. CODE_PH_DIFF_MAX는 Baseline 거리와 GPS 위성의 위치에 관계된다. Baseline 거리의 계산방법은 전술한 바와 같고 GPS 위성의 위치는 위치 결정 서버에서 구할 수 있다. 따라서 이동통신 시스템의 기지국에서 위치 결정 서버가 상기 RTD를 송신하는 기능을 가지면 상기 CODE_PH_DIFF_MAX를 계산할 수 있다. 이에 대한 자세한 알고리즘도 후술한다. 상기한 바와 같은 방법을 사용하면 상기 이동통신 단말기를 별로 주파수 및 의사거리 검색 범위를 정교하게 설정할 수 있다.

상기한 바와 같이 본 발명의 실시예는 상기 위치 결정 서버의 검색 범위 설정을 보다 정교히 하기 위해 먼저 BTS에서 계산된 Doppler 주파수와 의사거리를 이용하고, 두 번째로 상기 RTD 정보를 이용하는 방법을 제안한다. 따라서 본 발명의 실시예는 별도의 장비를 추가하지 않고 기존의 이동통신 망 인프라를 이용하여 향상된 주파수 및 의사거리 검색 범위를 설정할 수 있다.

도 3은 이동통신 시스템에서 RTD 및 GPS 위성의 위성 궤도 정보를 이용하여 단말기의 위치를 측정하기 위한 주파수 검색범위 및 의사거리 검색범위를 결정하는 구성을 도시하는 도면이다.

상기 도 3을 참조하면, 참조번호 300은 위치 결정 서버로서, 기준국 GPS 수신기(310) 및 이동통신 기지국(320)과 통신이 가능하다. 기준국 GPS 수신기(310)은 GPS 위성으로부터 출력되는 위성 신호로부터 위성궤도 정보(Ephemeris)를 수집하여 위치 결정 서버(300)에 제공하는 기능을 한다. 이동통신 기지국(320)은 GPS 신호 획득 정보를 요청한 이동통신 단말기의 RTD를 측정하고, 상기 측정된 RTD를 상기 위치 결정 서버(300)에 제공하는 역할을 한다. 상기 위치 결정 서버(300)는 상기 기준국 GPS 수신기(310)와 이동통신 기지국(320)에서 제공하는 정보를 처리하여 주파수 검색 범위와 의사거리 검색 범위를 설정하고, 그 값을 이동통신 기지국(320)에 제공한다. 여기서 모든 BTS의 좌표는 위치 결정 서버(300)에 저장되어 있다고 가정한다.

상기 위치 결정 서버(300)는 내부적으로 GPS 위성의 위치와 속도를 계산하는 위치/속도계산기(330)와 RTD를 평균화하는 RTD평균화기(340)를 포함한다. 상기 위치/속도계산기(330)에서 GPS 위성의 위치와 속도 계산 방법은 Global Positioning System:Theory and Applications(P. Zarchan, Global Positioning System:Theory and Applications, Washington, D.C., AIAA, Inc, 1996.)에 개시되어 있으며, 이런 계산 방법은 널리 알려져 있는 내용이다. 본 발명의 실시예에 따른 GPS 위성의 위치/속도 계산기(330)도 공지의 내용을 구현하는 것이며, 따라서 자세한 동작설명은 생략한다. 또한 상기 RTD 평균화기(330)은 일정 시간 동안 이동통신 기지국에서 측정된 RTD를 평균화하여 잡음을 제거하는 등의 신호처리 과정으로서, 상기 위치/속도계산기(330)와 같은 RTD 측정 및 평균화 방법도 공지의 내용을 구현하는 것이므로, 자세한 동작 설명은 생략한다. 본 발명의 실시예에서 제안하는 위치 결정 서버(300)의 핵심 부분은 주파수 검색범위 설정기(350)와 의사거리 검색범위 설정기(360)이며, 이들 설정 방법은 위성의 위치/속도 정보와 RTD 정보를 이용하여 DOPP_WIN과 CODE_PH_WIN을 설정하는 기능을 수행한다.

상기 주파수 검색범위 설정기(350) 및 의사거리 검색범위 설정기(360)의 설정 방법에 대한 구체적인 동작을 살펴본다. 상기 검색범위들은 관측되는 모든 GPS 위성에 대하여 설정되어야 하는 것이며, 여기서는 설명을 간편하게 하기 위하여 하나의 GPS 위성에 대한 검색범위 설정 방법을 살펴본다.

먼저 의사거리 검색범위 설정 방법은 상기 GPS 위성의 위치와 RTD를 이용하여 CODE_PH와 CODE_PH_MS의 차의 최대 값을 추정하는 방법에 관한 것이다. 통상적인 경우 CODE_PH는 기준국 GPS 수신기에서 측정된 의사거리를 사용한다. 그러나, 이 방법을 사용하면 기준국 GPS 수신기와 이동통신 단말기의 거리는 통상 수 km에서 수십 km에 이르게 되므로 상기 CODE_PH와 CODE_PH_MS의 차는 그 만큼 증가하고, 결국 의사거리 검색 범위가 과도하게 커지는 문제가 발생한다. 본 발명의 실시예에서는 기준국 GPS 수신기(310)에서 측정된 의사거리 대신에 BTS에서 관측되는 의사거리를 사용한다. 이 방법을 사용하면, BTS와 이동통신 단말기의 거리는 일반적으로 수 km이내이므로, 상기 CODE_PH와 CODE_PH_MS의 차가 상대적으로 줄어들고 결국 의사거리 검색범위가 작아지는 효과가 있다. 이동통신 기지국(320)에서 관측되는 의사거리 CODE_PH를 계산하기 위해서는 GPS 위성의 위치를 구해야 하며, 이는 위치/속도 계산기(330)에서 수행된다. 상기 위치/속도 계산기(330) 구한 GPS 위성의 위치 좌표를 (X_s, Y_s, Z_s) 라고 하고, 상기 위치 결정 서버(300)에 저장된 BTS의 좌표를 (X_b, Y_b, Z_b) 라 하자. 여기서 사용되는 좌표계는 기준국 GPS 수신기(310)의 위치를 원점으로 하는 항법좌표계로서, x축은 동쪽 방향을 나타내며, y축은 북쪽 방향을 나타내며, z축은 고도 방향을 나타낸다. 상기 좌표로부터 BTS에서 관측되는 CODE_PH를 구하면, 하기의 <수학식 3>과 나타낼 수 있다.

$$\text{CODE_PH} = \sqrt{(X_s - X_b)^2 + (Y_s - Y_b)^2 + (Z_s - Z_b)^2}$$

상기 RTD 평균화기(340)은 이동통신 기지국에서 측정되는 RTD를 일정한 시간동안 평균화한 값이다. 상기 평균화된 RTD 값, 즉, RTD 평균화기(340)의 출력을 \overline{R} 이라 하자. 그러면 상기 \overline{R} 은 BTS와 이동통신 단말기 간의 거리의 2배가 된다. 따라서 상기 이동통신 단말기는 이동통신 기지국(320)의 좌표를 중심으로 하며, 반지름이 $\overline{R}/2$ 인 원 위에 존재한다(이동통신 기지국과 이동통신 단말기의 고도는 유사하다고 가정함). 따라서, 단말기의 위치는 하기 <수학식 4>와 같이 나타낼 수 있다.

$$X_m = X_b + \frac{\overline{R}}{2} \cos \theta, \quad Y_m = Y_b + \frac{\overline{R}}{2} \sin \theta, \quad Z_m \sim Z_b$$

상기 <수학식 4>에서 θ 는 0° 부터 360° 까지 변화하는 미지의 변수로서, 이동통신 단말기의 위치에 따라 일정한 값이 할당된다. 상기 <수학식 4>로부터 CODE_PH_MS는 하기의 <수학식 5>와 같이 구할 수 있다.

CODE_{PH}MS=

$$\sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2}$$

그리고 상기 <수학식 3>과 <수학식 5>를 이용하면 상기 CODE_{PH}와 CODE_{PH}MS의 차는 하기 <수학식 6>과 같이 구할 수 있다.

|CODE_{PH}-CODE_{PH}MS|=

$$\left| \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - \sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2} \right|$$

따라서 상기 <수학식 6>에 의해 상기 의사거리 검색범위 CODE_{PH}WIN는 하기 <수학식 7>의 최적화 문제의 해가 된다는 것을 알 수 있다.

CODE_{PH}WIN=

$$\max_{\theta} \left| \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - \sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2} \right|$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

한편, RTD 평균화기(340)에서 계산된 \overline{R} 는 오차가 포함될 수 있으므로, 이를 고려하여 상기 <수학식 7>을 하기 <수학식 8>과 같이 같이 변환할 수도 있다.

$$CODE_{PHWIN} =$$

$$\max_{\theta} \left| \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - \sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{\overline{R} + \varepsilon}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{\overline{R} + \varepsilon}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2} \right|$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

상기 <수학식 8>에서 ε 는 양의 상수로서 \overline{R} 의 오차 정도에 따라 적절한 값을 사용하면 된다. 상기 <수학식 7> 또는 <수학식 8>을 살펴보면, θ 를 제외한 모든 기호는 이미 알려진 값을 알 수 있다. 즉, 상기 <수학식 7> 및 <수학식 8>은 단일 변수 θ 에 대한 최적화 문제이므로, 컴퓨터 프로그램을 통해 매우 쉽게 해를 구할 수 있다.

주파수 검색범위를 설정하는 방법은 GPS 위성의 위치 및 속도와 RTD를 이용하여 DOPP와 DOPP_{MS}의 차의 최대값을 추정한다. 통상적인 경우 DOPP는 기준국 GPS 수신기에서 측정된 도플러 주파수를 사용한다. 그러나 이런 방법을 사용하면, 상기 기준국 GPS 수신기(310)와 이동통신 단말기의 거리는 통상 수 km에서 수십 km에 이르게 되므로 DOPP와 DOPP_{MS}의 차가 증가할 수 있으며, 결국 주파수 검색 범위가 과다하게 커지는 문제가 발생한다. 본 발명에서 고안한 방법은 기준국 GPS 수신기에서 측정된 도플러 주파수 대신에 BTS에서 관측되는 도플러 주파수를 사용한다. 이 방법을 사용하면, BTS와 이동통신 단말기의 거리는 일반적으로 수 km이하이므로 DOPP와 DOPP_{MS}의 차가 상대적으로 줄어들고 결국 주파수 검색범위가 작아지는 효과가 있다. 상기 BTS에서 관측되는 Doppler 주파수 DOPP를 계산하기 위해서는 GPS 위성의 위치와 속도를 구해야하며, 이것은 GPS 위성 위치/속도 계산기(330)에서 수행된다. 여기서 구한 위성 위치 좌표들 (x_s, y_s, z_s) 와, 속도 벡터들 (v_{xs}, v_{ys}, v_{zs}) 하며, 상기 위치 결정 서버(300)에 저장된 BTS의 좌표를 (x_r, y_r, z_r) 라 하면, 상기 DOPP는 하기의 <수학식 9>와 같이 표시된다.

DOPP=

$$\lambda \times \frac{(x_s - x_r)v_{xs} + (y_s - y_r)v_{ys} + (z_s - z_r)v_{zs}}{\sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2}}$$

상기 <수학식 9>에서, λ 는 GPS L1 캐리어(Carrier)의 파장을 나타내며, 약 19cm이다. 이동통신 단말기의 위치는 상기 <수학식 4>에 나타나 있다. 이를 이용하여 이동통신 기지국에서 관측되는 DOPP_{MS}는 하기 <수학식 10>과 같이 표현된다.

DOPP_MS=

$$\lambda \times \frac{\left((X_r - X_s - \frac{\bar{R}}{2} \cos \theta) V_x + (Y_r - Y_s - \frac{\bar{R}}{2} \sin \theta) V_y + (Z_r - Z_s) V_z \right)}{\sqrt{\left(X_r - X_s - \frac{\bar{R}}{2} \cos \theta \right)^2 + \left(Y_r - Y_s - \frac{\bar{R}}{2} \sin \theta \right)^2 + (Z_r - Z_s)^2}}$$

따라서, 주파수 검색범위 DOPP_WIN는 하기 <수학식 11>의 최적화 문제의 해가 된다는 것을 알 수 있다.

DOPP_WIN= $\lambda \times$

$$\max_{\theta} \left| \frac{(X_r - X_s) V_x + (Y_r - Y_s) V_y + (Z_r - Z_s) V_z}{\sqrt{(X_r - X_s)^2 + (Y_r - Y_s)^2 + (Z_r - Z_s)^2}} \cdot \frac{\left(X_r - X_s - \frac{\bar{R}}{2} \cos \theta \right) V_x + \left(Y_r - Y_s - \frac{\bar{R}}{2} \sin \theta \right) V_y + (Z_r - Z_s) V_z}{\sqrt{\left(X_r - X_s - \frac{\bar{R}}{2} \cos \theta \right)^2 + \left(Y_r - Y_s - \frac{\bar{R}}{2} \sin \theta \right)^2 + (Z_r - Z_s)^2}} \right|$$

$0 \leq \theta \leq 2\pi$

한편, 이동통신 기지국에서 측정된 RTD는 오차가 포함될 수 있으므로 이를 고려하여 하기 <수학식 12>와 같이 변환할 수도 있다.

DOPP_WIN= $\lambda \times$

$$\max_{\theta} \left| \frac{(X_r - X_s) V_x + (Y_r - Y_s) V_y + (Z_r - Z_s) V_z}{\sqrt{(X_r - X_s)^2 + (Y_r - Y_s)^2 + (Z_r - Z_s)^2}} \cdot \frac{\left(X_r - X_s - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \cos \theta \right) V_x + \left(Y_r - Y_s - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \sin \theta \right) V_y + (Z_r - Z_s) V_z}{\sqrt{\left(X_r - X_s - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \cos \theta \right)^2 + \left(Y_r - Y_s - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \sin \theta \right)^2 + (Z_r - Z_s)^2}} \right|$$

$0 \leq \theta \leq 2\pi$

상기 <수학식 12>에서 ε 는 양의 상수로서 overline R의 오차 정도에 따라 적절한 값을 사용하면 된다. 상기 <수학식 11> 또는 <수학식 12>를 살펴보면 θ 를 제외한 모든 기호는 이미 알려진 값을 알 수 있다. 즉, 상기 식은 단일 변수 θ 에 대한 최적화 문제이므로 컴퓨터 프로그램을 통해 매우 쉽게 해를 구할 수 있다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따라 위치 결정 서버(300)에서 의사거리 검색범위 및 주파수 검색범위를 설정하여 출력하는 과정을 도시하는 흐름도이다.

상기 도 4를 참조하면, 이동통신 기지국(320)에서 RTD를 송신하면, 위치 결정 서버(300)는 411단계에서 일정시간 동안 측정된 RTD를 평균화하여 overline R를 계산한다. 또한 상기 위치 결정 서버(300)는 413단계에서 상기 기준국 GPS 수신기(310)에서 현재 관측 가능한 GPS 위성의 개수와 위성 고유 번호 리스트를 취득하여 각각 변수 N과 배열 PRN에 저장한다. 이후 상기 위치 결정 서버(300)는 내부 Counter인 변수 n를 초기화 한다. 또한 상기 위치 결정 서버(300)는 고유 번호가 PRN(n)인 GPS 위성의 위성 궤도 정보(Ephemeris)를 상기 기준국 GPS 수신기(310)에서 취득한 후, 417단계에서 이를 이용하여 해당 위성의 위치와 속도를 계산한다.

이후 상기 위성의 속도/위치와 평균화된 RTD(overline R)를 이용하여 검색범위 설정 알고리즘을 수행한다. 먼저, 의사거리 검색범위 설정 알고리즘을 살펴보면, 상기 위치 결정 서버(300)는 419단계에서 상기 <수학식 3>를 계산하고, 상기 <수학식 7> 또는 <수학식 8>의 최적화 문제의 해를 구한다. 그리고 상기 위치 결정 서버(300)는 421단계에서 상기 419단계의 수행에 따라 얻어진 상기 <수학식 3>의 결과를 CODE_PH(n)에 저장하고, 상기 <수학식 7> 또는 <수학식 8>의 해를 CODE_PH_WIN(n)에 저장한다. 두 번째로 주파수 검색범위 설정 알고리즘을 살펴보면, 상기 주파수 검색범위 설정 알고리즘은 상기 의사거리 설정 알고리즘과 유사한 과정으로 진행된다. 즉, 상기 위치 결정 서버(300)는 423단계에서 상기 <수학식 9>를 계산하고 상기 <수학식 11> 또는 <수학식 12>의 최적화 문제의 해를 구한다. 이후 상기 위치 결정 서버(300)는 425단계에서 상기 421단계의 수행에 따라 얻어진 <수학식 9>의 결과를 DOPP(n)에 저장하고, <수학식 11> 또는 <수학식 12>의 해를 DOPP_WIN(n)에 저장한다.

상기 421단계 및 425단계를 수행하면, 고유 번호가 PRN(n)인 GPS 위성에 대한 검색범위 설정이 종료되었으므로, 상기 위치 결정 서버(300)는 427단계에서 내부 카운터 n를 1 증가시킨다. 그리고 상기 위치 결정 서버(300)는 429단계에서 관측 가능한 모든 GPS 위성에 대한 검색범위 설정이 완료되었는지 확인하며, 그렇지 않으면 상기 417단계로 되돌아가 상기 과정(419단계-425단계)을 반복한다. 그러나 상기 429단계에서 관측 가능한 모든 GPS 위성에 대한 검색 범위 설정이 완료되었음을 감지하면, 상기 위치 결정 서버(300)는 431단계에서 각 위성에 대한 의사 거리 CODE_PH(1), ..., CODE_PH(N)과 의사 거리 검색범위 CODE_PH_WIN(1), ..., CODE_PH_WIN(N)을 이동통신 기지국(320)에 송신한다(S480). 또한 상기 위치 결정 서버(300)는 433단계에서 각 위성에 대한 Doppler 주파수 DOPP(1), ..., DOPP(N)과 주파수 검색 범위 DOPP_WIN(1), ..., DOPP_WIN(N)을 이동통신 기지국(320)에 송신한다.

본 발명의 실시예에서는 위성의 위치와 속도를 계산하기 위하여 GPS 위성의 위성 궤도 정보(Ephemeris)

를 이용하였으나, GPS 위성의 Almanac을 이용하여 위성의 위치와 속도를 계산할 수도 있음은 당연한 사실이다. 또는 특별한 기준국 GPS 수신기를 사용하는 경우에는 GPS 위성의 위치와 속도를 자체적으로 계산하여 상기 위치 결정 서버(300)에 제공하므로, 상기 위치 결정 서버(300) 내의 GPS 위성 위치/속도 계산기(330)은 불필요할 수도 있다. 또한, 본 발명의 실시예에서는 RTD 평균화기(340)을 사용하였으나, 이를 대체하여 다른 형태의 필터를 사용할 수도 있다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명의 실시예는 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 BTS에서 관측되는 도플러 주파수와 의사거리를 계산하고, RTD 정보를 이용함으로써 단말기의 위치에 따라 정교한 검색범위를 설정하는 방법이다. 상기과 같은 본 발명의 실시예는 별도의 추가 장비가 없이 기존의 이동통신 망 인프라를 이용하여 특정 단말기에 적합한 검색 범위를 설정할 수 있는 효과가 있다. 또한 본 발명의 실시예를 적용한 위치 결정 서버를 사용하게 되면, 이동통신 단말기의 위치 측정에 소요되는 시간을 단축할 수 있으며, 위치 측정에 필요한 전력 소모량을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 사용자의 요구에 따라 즉시 사용자의 현재 위치 정보를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

서비스 지역내의 임의의 특정 단말기와의 라운드트립지연 정보를 계산하여 출력하며 위치 좌표가 기지인 지점에 설치된 기지국과,

기준국 GPS 수신기를 구비하여 GPS 위성 궤도 정보를 수집하고, 상기 라운드트립 지연 정보와 상기 GPS 위성 궤도 정보와 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 및 주파수 검색 범위 정보를 설정하여 상기 기지국에 출력하는 위치 결정 서버와,

GPS 위성 신호와 상기 의사거리 및 주파수 검색범위 정보를 수신하여 위치 정보를 측정하는 단말기로 구성되는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서,

상기 위성 궤도 정보로부터 각 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터를 계산하는 위치/속도 계산기와,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 GPS 위성의 의사거리를 구하고, 상기 라운드트립 지연 정보로써 상기 기지국과 상기 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 상기 추정된 베이스라인 거리와 상기 GPS 위성의 의사거리에 따라 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 검색범위를 설정하며, 이를 상기 기지국에 출력하는 의사거리 검색범위 설정기와,

상기 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터와 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 GPS 위성의 도플러 주파수를 구하고, 상기 라운드트립 지연 정보로써 상기 기지국과 상기 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 상기 추정된 베이스라인 거리와 상기 GPS 위성의 도플러 주파수에 따라 상기 특정 단말기에 대한 주파수 검색범위를 설정하며, 이를 상기 기지국에 출력하는 주파수 검색범위 설정기로 구성된 것을 특징으로 하는 위치 결정 서버.

청구항 2

서비스 지역내의 임의의 특정 단말기와의 라운드트립지연 정보를 계산하여 출력하며 위치 좌표가 기지인 지점에 설치된 기지국과,

기준국 GPS 수신기를 구비하여 GPS 위성 궤도 정보를 수집하고, 상기 라운드트립 지연 정보와 상기 GPS 위성 궤도 정보와 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 및 주파수 검색 범위 정보를 설정하여 상기 기지국에 출력하는 위치 결정 서버와,

GPS 위성 신호와 상기 의사거리 및 주파수 검색범위 정보를 수신하여 위치 정보를 측정하는 단말기로 구성되는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서,

상기 라운드트립지연 정보를 평균화하는 라운드트립지연 평균화기와,

상기 위성 궤도 정보로부터 각 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터를 계산하는 위치/속도 계산기와,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 상기 기지국의 위치좌표와 상기 평균화 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 의사거리와 상기 단말기에서 관측되는 의사거리 간의 차이 최대값을 추정하여 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 검색범위를 설정하며, 이를 상기 기지국에 출력하는 의사거리 검색범위 설정기와,

상기 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터와 상기 기지국의 위치좌표와 상기 평균화 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수와 상기 단말기에서 관측되는 도플러 주파수 간의 차이 최대값을 추정하여 상기 특정 단말기에 대한 주파수 검색범위를 설정하며, 이를 상기 기지국에 출력하는 주파수 검색범위 설정기로 구성된 것을 특징으로 하는 위치 결정 서버.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 의사거리 검색범위 설정기가,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성과의 거리, 상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 단말기의 위치를 구한 후 이를 이용하여 상기 GPS 위성과의 거리, 상기 단말기 간의 의사거리를 구하며, 상기 두 의사거리들 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 의사거리 검색범위를 결정하는 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 주파수 검색범위 설정기가,

상기 GPS 위성의 위치좌표, 속도벡터와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 계산하고, 상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 단말기에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 구하며, 상기 두 도플러 주파수들 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 주파수 검색범위를 결정하는 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 의사거리 검색범위가 하기 <수학식 13>인 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

CODE_{PH_WIN}=

$$\max_r \left| \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - \sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2} \right|,$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

청구항 6

제3항에 있어서, 상기 의사거리 검색범위가 하기 <수학식 14>인 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

CODE_{PH_WIN}=

$$\max_r \left| \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2} - \sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R+\epsilon}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R+\epsilon}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2} \right|,$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 주파수 검색범위가 하기 <수학식 15>인 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

DOPP_WIN= λ ×

$$\max_r \left| \frac{(x_s - x_r)f_s + (y_s - y_r)f_r + (z_s - z_r)f_z}{\sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2 + (z_s - z_r)^2}} - \frac{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)f_s + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)f_r + (z_s - z_r)f_z}{\sqrt{\left(x_s - x_r - \frac{R}{2} \cos \theta\right)^2 + \left(y_s - y_r - \frac{R}{2} \sin \theta\right)^2 + (z_s - z_r)^2}} \right|,$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

청구항 8

제 4항에 있어서, 상기 주파수 검색범위가 하기 <수학식 16>인 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

$$\text{DOPP_WIN} = \lambda \times$$

$$\frac{\left| (X_s - X_b)V_x + (Y_s - Y_b)V_y + (Z_s - Z_b)V_z \right|}{\sqrt{(X_s - X_b)^2 + (Y_s - Y_b)^2 + (Z_s - Z_b)^2}} \times \frac{\left| \left(X_s - X_b - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \cos \theta \right) V_x + \left(Y_s - Y_b - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \sin \theta \right) V_y + (Z_s - Z_b)V_z \right|}{\sqrt{\left(X_s - X_b - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \cos \theta \right)^2 + \left(Y_s - Y_b - \frac{\bar{R} + \varepsilon}{2} \sin \theta \right)^2 + (Z_s - Z_b)^2}}$$

$$0 \leq \theta \leq 2\pi$$

청구항 9

제 2항에 있어서, 상기 의사거리 검색범위 설정기가,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성과의 상대적 위치를 계산하고, 상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 단말기의 위치를 구한 후 이를 이용하여 상기 GPS 위성과 상기 단말기 간의 의사거리를 구하며, 상기 두 의사거리를 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 의사거리 검색범위를 결정하며,

상기 주파수 검색범위 설정기가,

상기 GPS 위성의 위치좌표, 속도벡터와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 계산하고, 상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지연 정보를 이용하여 상기 단말기에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 구하며, 상기 두 도플러 주파수를 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 주파수 검색범위를 결정하는 것을 특징으로 하는 검색범위 설정장치.

청구항 10

서비스 지역내의 임의의 특정 단말기와의 라운드트립지연 정보를 계산하여 출력하며 위치 좌표가 기지국 지점에 설치된 기지국과,

기준국 GPS 수신기를 구비하여 GPS 위성 궤도 정보를 수집하고, 상기 라운드트립 지연 정보와 상기 GPS 위성 궤도 정보와 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 및 주파수 검색 범위 정보를 설정하여 상기 기지국에 출력하는 위치 결정 서버와,

GPS 위성 신호와 상기 의사거리 및 주파수 검색범위 정보를 수신하여 위치 정보를 측정하는 단말기로 구성되는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 상기 의사거리 및 주파수 검색 범위를 설정하는 방법에 있어서,

상기 위성궤도정보로부터 상기 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터를 계산하는 과정과,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 의사거리를 구하고, 상기 기지국과 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 상기 추정된 베이스라인 거리에 따라 의사거리 검색범위를 설정하는 과정과,

상기 GPS 위성의 위치 좌표 및 속도벡터와 상기 기지국 위치 좌표를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 GPS 위성의 도플러주파수를 구하고, 상기 기지국과 단말기 간의 베이스라인 거리를 추정한 후, 상기 추정된 베이스라인 거리에 따라 주파수 검색범위를 설정하는 과정과,

상기 설정된 의사거리 및 주파수 검색범위를 상기 기지국에 출력하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 검색범위 설정방법.

청구항 11

서비스 지역내의 임의의 특정 단말기와의 라운드트립지연 정보를 계산하여 출력하며 위치 좌표가 기지국 지점에 설치된 기지국과,

기준국 GPS 수신기를 구비하여 GPS 위성 궤도 정보를 수집하고, 상기 라운드트립 지연 정보와 상기 GPS 위성 궤도 정보와 상기 기지국의 위치 좌표를 이용하여 상기 특정 단말기에 대한 의사거리 및 주파수 검색 범위 정보를 설정하여 상기 기지국에 출력하는 위치 결정 서버와,

GPS 위성 신호와 상기 의사거리 및 주파수 검색범위 정보를 수신하여 위치 정보를 측정하는 단말기로 구성되는 네트워크 지원형 GPS 측위 방식을 사용하는 이동통신 시스템에서 상기 의사거리 및 주파수 검색 범위를 설정하는 방법에 있어서,

상기 라운드트립지연 정보를 평균화하는 과정과,

상기 위성궤도정보로부터 상기 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터를 계산하는 과정과,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 상기 기지국의 위치좌표와 평균화 라운드트립지면 정보를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 의사거리와 상기 단말기에서 관측되는 의사거리 간의 차의 최대값을 추정하여 의사거리 검색범위를 설정하는 과정과,

상기 GPS 위성의 위치좌표 및 속도벡터와 상기 기지국의 위치좌표와 평균화 라운드트립지면 정보를 이용하여 상기 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러주파수와 상기 단말기에서 관측되는 도플러 주파수 간의 차의 최대값을 추정하여 주파수 검색범위를 설정하는 과정과,

상기 설정된 의사거리 검색범위 및 주파수 검색범위를 상기 기지국에 출력하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 검색범위 설정방법.

형구항 12

제11항에 있어서, 상기 의사거리 검색범위 설정 과정이,

상기 GPS 위성의 위치좌표와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성과 상기 기지국 간의 의사거리를 계산하는 과정과,

상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지면 정보를 이용하여 상기 단말기의 위치를 구한 후 이를 이용하여 상기 GPS 위성과 상기 단말기 간의 의사거리를 구하는 과정과,

상기 두 의사거리를 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 의사거리 검색범위를 결정하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 검색범위 설정방법.

형구항 13

제11항에 있어서, 상기 주파수 검색범위 설정기가,

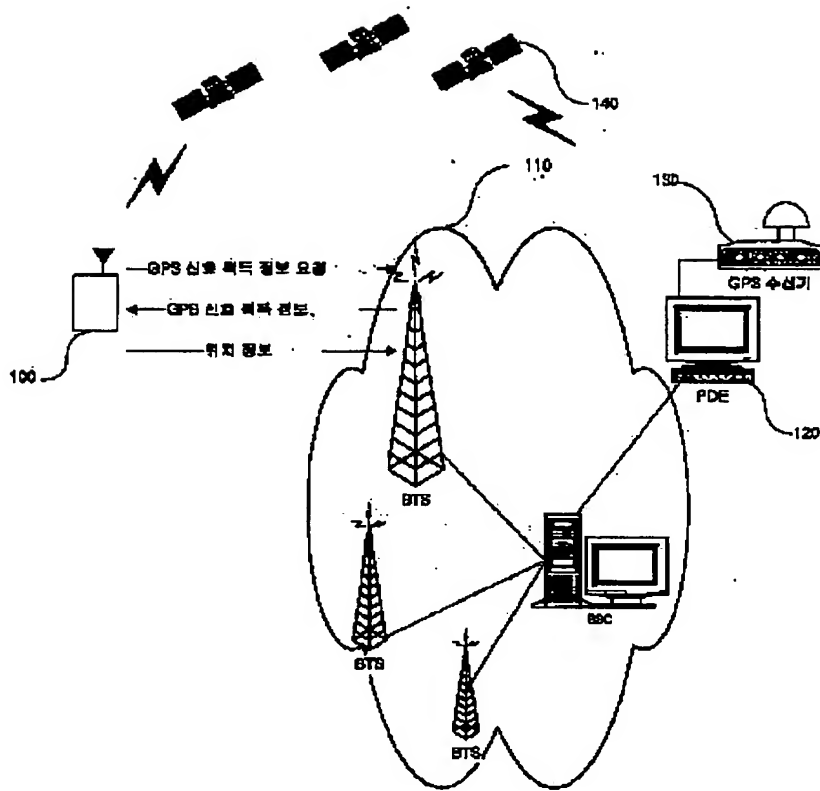
상기 GPS 위성의 위치좌표, 속도벡터와 저장하고 있는 상기 기지국의 위치좌표를 이용하여 기지국에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 계산하는 과정과,

상기 기지국 좌표를 중심으로 상기 라운드트립지면 정보를 이용하여 상기 단말기에서 관측되는 상기 GPS 위성의 도플러 주파수를 구하는 과정과,

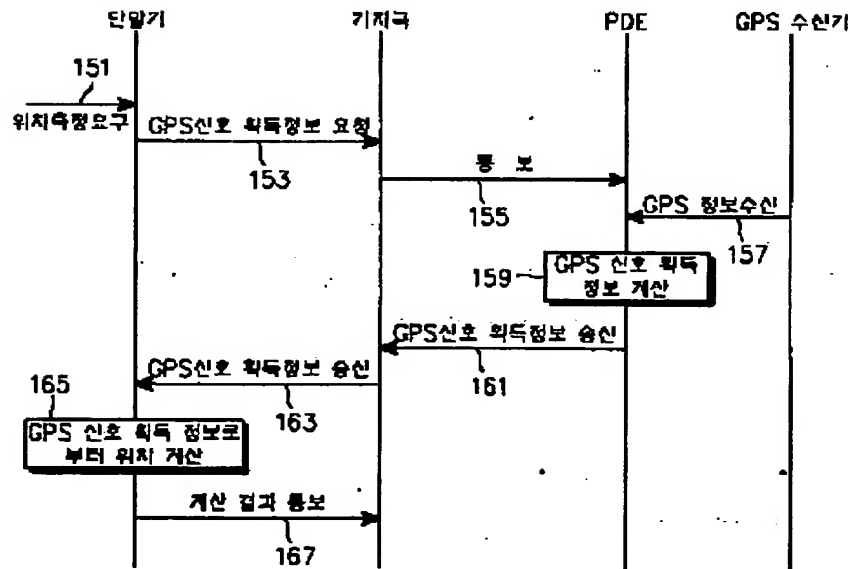
상기 두 도플러 주파수를 간의 차의 최대값을 추정하고 이 추정된 최대 차이 값을 이용하여 최적의 상기 주파수 검색범위를 결정하는 과정으로 이루어짐을 특징으로 하는 검색범위 설정방법.

도면

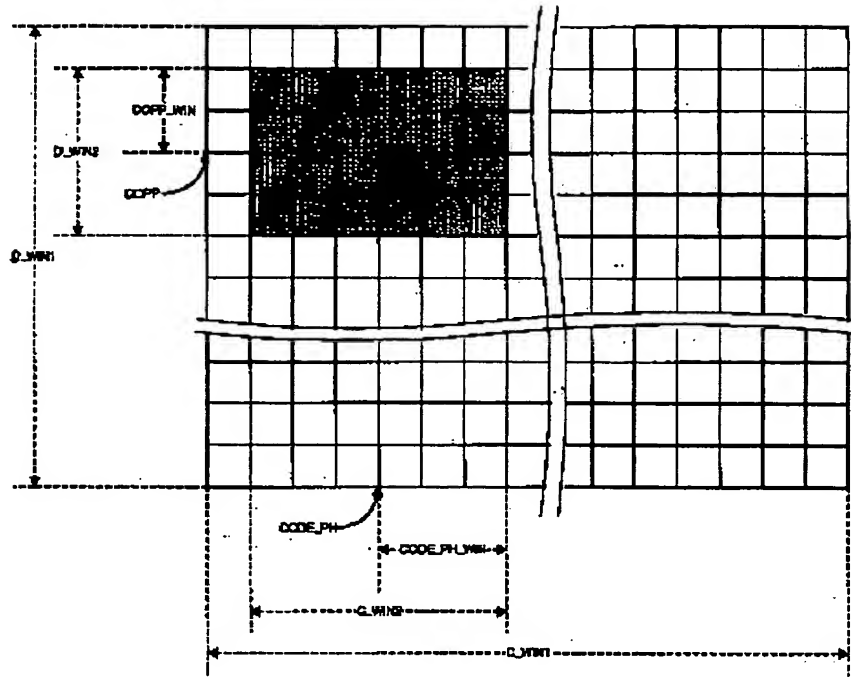
도면 1a



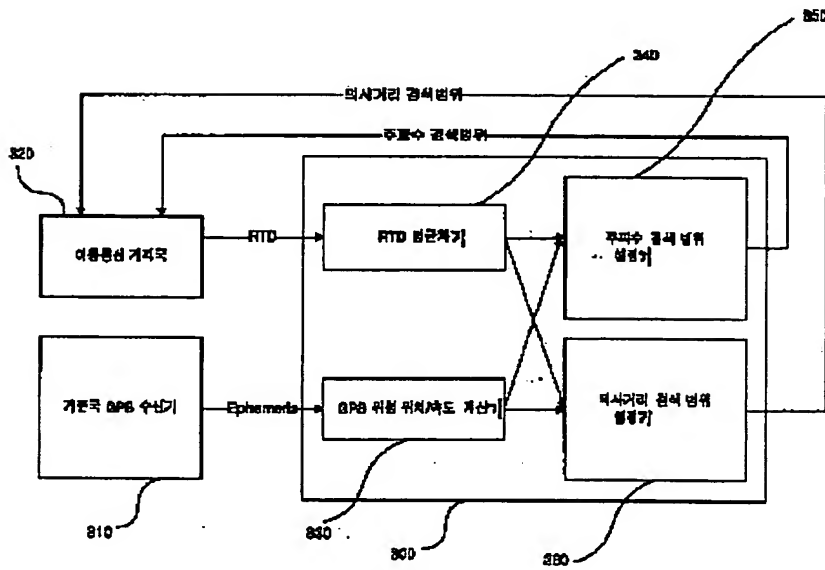
도면 1b



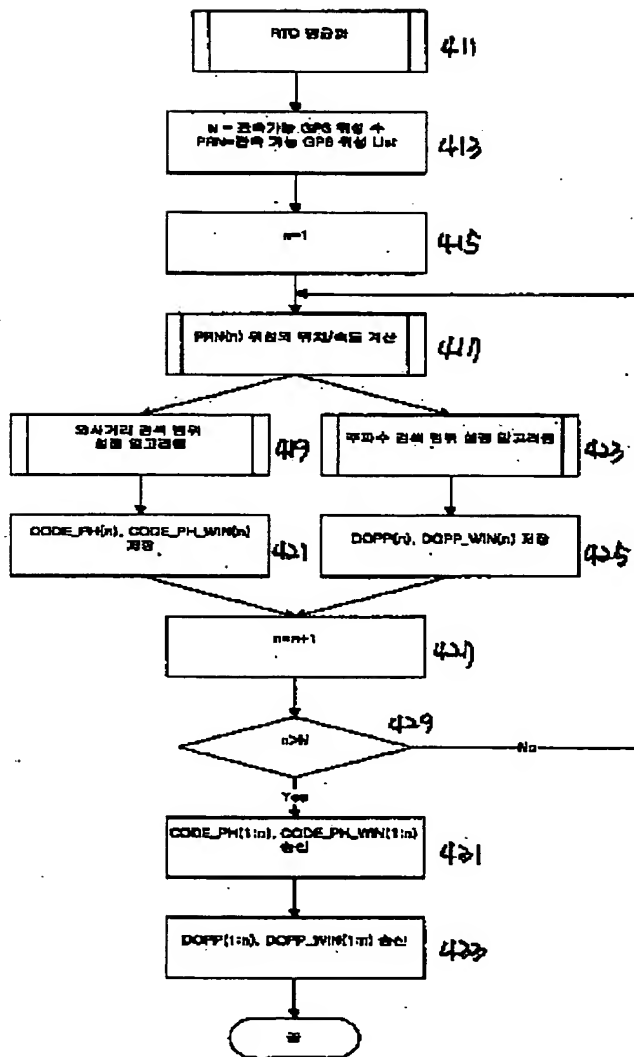
도 2



도 3



도면4



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.